

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 60-189721

(43)Date of publication of application : 27.09.1985

(51)Int.Cl.

G02B 7/11

G01J 1/42

G03B 3/00

(21)Application number : 59-045157

(71)Applicant : NIPPON KOGAKU KK <NIKON>

(22)Date of filing : 09.03.1984

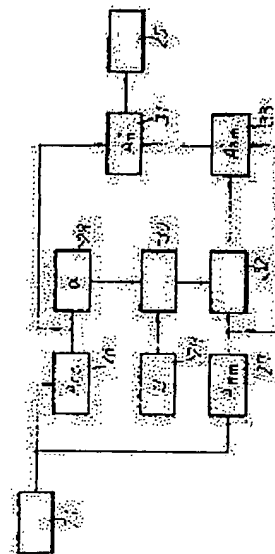
(72)Inventor : KUSAKA YOSUKE

### (54) PHOTOELECTRIC DETECTOR

#### (57)Abstract

PURPOSE: To remove the influence of an eclipse and detect an accurate focus by filtering a signal through a division type filter.

CONSTITUTION: When the output of a photoelectric conversion part 21 is supplied to a numerator computing element 26 and a denominator computing element 27, the output of the numerator computing element 26 is sent out to a divider 31 and a multiplier 28. An adder 30 adds the output of the multiplier 28 to the output of a constant generator 29 and output the arithmetic result of a divider 32. The output of the denominator computing element 27, on the other hand, is outputted to the divider 32 and an adder 33. The divider 32 receives the outputs of the adder 30 and denominator computing element 27 and sends its output to the adder 33. The adder 33 receives the outputs of the divider 32 and denominator computing element 27 and outputs the result to a divider 31. The division type filter 31 receives the output of the numerator computing element 26 and the output of the adder 33 and sends its output corresponding to a specific equation to a signal detector 25. Consequently, the influence of an eclipse is eliminated.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭60-189721

⑪ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和60年(1985)9月27日

G 02 B 7/11  
G 01 J 1/42  
G 03 B 3/00

C-7448-2H  
7145-2G  
7448-2H

審査請求 未請求 発明の数 1 (全12頁)

⑭ 発明の名称 光電検出装置

⑮ 特 願 昭59-45157

⑯ 出 願 昭59(1984)3月9日

⑰ 発 明 者 日 下 洋 介 横浜市港北区下田町624-1 日吉団地59-104

⑱ 出 願 人 日本光学工業株式会社 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

⑲ 代 理 人 弁理士 渡 辺 隆 男

明 細 書

1. 発明の名称

光電検出装置

2. 特許請求の範囲

- 1) 一对の被写体像を形成する焦点検出光学系と：、該一对の被写体像を光電変換する一对のイメージセンサと：該一对のイメージセンサの出力 $\{a_n\}$ 、 $\{b_n\}$ をフィルタリングするフィルタリング手段と：該フィルタリング手段の出力より前記一对の被写体像の相対的ずれを求め撮影光学系の焦点検出を行なう焦点検出手段と：を備えた光電検出装置において、前記フィルタリング手段は前記イメージセンサ出力 $\{a_n\}$ 、 $\{b_n\}$ に対し所定の割算処理を行なうことを特徴とする検出装置。

3. 発明の詳細な説明

(発明の技術分野)

本発明はTTLカメラの焦点検出装置等の光電検出装置に関する。

(発明の背景)

TTLカメラの焦点検出装置として、撮影光学系の瞳の異なる領域から到来する光束が生ずる複数の被写体像の相対的偏位量から前記撮影光学系の焦点調節状態を検出するいわゆる瞳分割方式の自動焦点検出装置が知られている。

例えば、特公昭57-49841号公報には、一次像面近傍に配置されたレンズアレイとその直後に配置された受光素子アレイのベアアレイとで構成されたこの種の自動焦点検出装置が開示されている。

また、特開昭54-104859号公報には、一次像面に配置されたフィールドレンズと一次像面にできる像を二次像面に再結像する二つの再結像レンズと二次像面上に配置された二つのイメージセンサアレイで構成されたこの種の自動焦点検出装置が開示されている。

しかしながら、このような従来の瞳分割方式の自動焦点検出装置にあっては、次に述べるような欠点を有していた。

すなわち、この種の自動焦点検出装置において

は、焦点検出側の光学系によって光軸上の所定の位置に直交する平面上に所定のFナンバーの瞳を特定しているため、撮影光学系の射出瞳のFナンバーがこの焦点検出光学系の所定のFナンバーより大きいか、あるいは射出瞳のFナンバーがこの所定のFナンバーと同じか小さくとも、射出瞳位置が前記所定の位置と異なる交換レンズを前記自動焦点検出装置を有するカメラ本体に装着した場合には、その射出瞳により焦点検出光束にケラレが生じる場合があり、そのケラレが焦点検出光学系側の像面上で不均一となる場合には被写体像に歪ができて、正確な焦点検出を行なうことができなかった。

この欠点を特公昭57-49841号公報に開示された従来例をあげて第1図により詳しく説明する。

第1図(A)は装置の模式的側面図であり、(B)は光電変換素子の正面配置図である。

撮影レンズ11の後方にフィールドレンズ12が配置され、フィールドレンズ12の後の焦点面

b…の像が位置11bにそれぞれ重なり合って存在するように微小レンズの曲率が定められている(以後、各光電変換素子の受光部のフィールドレンズ12、微小レンズ13等焦点検出光学系による像が互いに重なり合う位置を設定瞳位置と呼ぶ)。

この自動焦点検出装置では、焦点検出に用いられる光束が撮影レンズの射出瞳によってほとんどケラれることのない場合のみしか、すなわち、Fナンバーの小さい明るい撮影レンズあるいは、Fナンバーが大きくても射出瞳位置が前記設定位置に等しいためにケラレの影響が検出素子上に一樣に生ずるようなレンズに対してしか有効に焦点検出を行なうことができない。

例えば、35mm一眼レフカメラの場合について考えてみると、撮影レンズたる交換レンズの射出瞳位置は焦点面から50mm程度のもから400mmを超えるものまで千差万別であり、そのFナンバーもF1.2程度からF11を越す暗いものまで存在している。

もし、第1図に相当する自動焦点検出装置にお

近傍に複数の微小レンズ13、14、15…が配され、微小レンズ13、14、15…に対応してそれらの後方に対をなした光電変換素子である受光部(13a、13b)、(14a、14b)、(15a、15b)…が配設されている。

受光部13a、13b、14a、14b…の添字a、bはa列あるいはb列に属することを意味し、そのa列とb列とが夫々イメージセンサアレイをなしており、各微小レンズの後方の一対の光電変換素子である受光部の位置と撮影レンズ11の射出瞳位置とが各微小レンズに対して概略共役の位置にくるように各微小レンズの曲率を形成してある。また、フィールドレンズ12は、第1図中、上端および下端に近い微小レンズほど光路を強く曲げる必要があり、撮影レンズ11の射出瞳位置が所定の位置16にあるときに各一対の光電変換素子の受光面の像が射出瞳上で相互に完全に重なりあって存在するように、すなわち、受光部13a、14a、15a…の像が撮影レンズ11の位置11aに光電変換素子13b、14b、15

いて、前記設定瞳位置16を焦点面から100mm(以後、設定瞳位置と焦点面との間隔をPOであらわす。したがってこの場合PO=100mm)の所に設計し、検出に使用する光束の広がり、すなわち、受光部(13a、13b)、(14a、14b)、(15a、15b)…の受光部の形状により限定される検出光束の広がりをF4に設計するとするならば、F4より暗くかつ射出瞳位置と焦点面との間隔(以後、これをPO'とあらわす。)が100mmでない交換レンズに関しては自動焦点検出装置の検出精度は著しく低下することになる。

このことを第2図により説明しよう、第2図は各種撮影レンズによるケラレの様子と程度とを対照して示した説明図であり、上記設計値について検出光束をF4、設定瞳位置をPO=100mmとしたときに、撮影レンズの明るさがF6でPO'=100mm、50mm、∞のものについて示してある。

第2図(A)はPO'=100mmの場合であり、それぞれF4の広がりの光束を受ける各光電変換素子の受光部(15a、15b)、(14a、14b)

…には撮影レンズのF6の瞳を通過してきた光束がそれぞれ受光部(15a, 15b), (14a, 14b)…の対に対して偏ることなく等しく割り当てられる。従って被写体が一様輝度の場合には、第2図(D)に示すように、各受光部15a…の出力15a1, 15b1, 14a1…は一様となる。つまり、この場合にはケラレが存在しているにもかかわらず検出精度の低下は生じない。すなわち、光電変換素子対の列により2像のズレを検出することが可能である。

第2図(E)は $PO' = 50\text{mm}$ の場合で、前記のように撮影レンズのF6の瞳を通過してきた光束が各受光部15a…の場所ごとに異なった比率で分配されている。よって、このときの各受光部15a…の出力は第2図(E)に示すように、出力15a1…の如くに本来均一であるべき出力が著しく異なったものになっている。

ここで、両端の微小レンズ13および微小レンズ15の位置が中心の微小レンズ14からそれぞれ $+2.5\text{mm}$ ,  $-2.5\text{mm}$ の位置にある場合につ

いて第2図(F)のケラレの程度 $\delta$ を求めてみると、平均を1としておおよそ $\delta = 0.3$ と非常に大きい値になる。すなわち、対をなす光電変換素子の光電出力が、一様輝度の被写体にもかかわらずケラレによって大きく異なった出力となってしまう、このような状況の下においては光電変換素子の対により2像のズレを検出することは非常に困難となる。

第2図(G)は $PO' = \infty$ の場合であり、この場合のケラレは第2図(F), (E)の場合とは全く逆になる。すなわち、一様の輝度の被写体に対する光電出力は第2図(G)のようになり、ケラレの程度 $\delta$ は $2.5\text{mm}$ の位置で $\delta \cong 0.3$ 程度になる。すなわち、第2図(F)の場合と同様に光電変換素子の対の列の光電出力が一様輝度の被写体にもかかわらずケラレによって大きく異なった出力となり、2像のズレを検出することは非常に困難となる。

次に撮影光学系が合焦状態にあり、第2図(H), (I)にて説明したようなケラレが生じている場合に、光電変換素子の出力がどのようなになるかをもう少し

詳しく説明する。

いま、一対のイメージセンサーが撮影光学系の射出瞳の中心線に対して線対称な領域から来る光束を各々受けているとすれば、この光束がケラレた場合一様照明状態でa列、b列の各イメージセンサー上には第3図(a)に示すような輝度分布 $v_a(x)$ ,  $v_b(x)$ がそれぞれ投影される。ここで $v_a(x)$ はイメージセンサー対の片方のイメージセンサーa列上の輝度分布、 $v_b(x)$ はイメージセンサー対の他方のイメージセンサーb列上の輝度分布を示し、 $x$ はイメージセンサーのアレイ並び方向の長さである。また本図では $x=0$ における値を1に規格化して示してある。以後、一様照明下でのイメージセンサー上の輝度分布 $v_a(x)$ ,  $v_b(x)$ をケラレ関数と呼ぶ。第3図(b)はケラレがない状態のイメージセンサー対上の被写体像の輝度分布を示す一例であって、前述の如く撮影レンズは合焦状態にあるものとする。この時のa, b各イメージセンサーアレイ上における被写体像の輝度分布を $f_a(x)$ とすると、ケラレが生じた場合の同一の被写体に対する

イメージセンサー対a, b列上の各輝度分布 $f_a(x)$ ,  $f_b(x)$ は次式のようにになる。

$$\begin{aligned} f_a(x) &= f(x) \times v_a(x) \\ f_b(x) &= f(x) \times v_b(x) \end{aligned} \quad \dots\dots(1)$$

第3図(c)はa列、b列の各イメージセンサーアレイ上のケラレを生じた被写体像 $f_a(x)$ ,  $f_b(x)$ を示すもので、これらの輝度分布を各イメージセンサーアレイを構成する複数の光電変換素子(第1図にて説明した13a, 13b, 14a, 14b…等の光電変換素子)で空間的にサンプリングしたものがイメージセンサー対a, bの出力 $\{a_n\}$ ,  $\{b_n\}$ となる。このようにしてケラレの影響はイメージセンサーアレイa, bに影響を与え、焦点検出に大きな誤差を与えることになる。

これまで合焦状態にある場合について説明してきたが、もちろん撮影光学系が合焦状態にない場合であってもケラレた被写体像 $f_a(x)$ ,  $f_b(x)$ に関するイメージセンサー対a, bの生の出力 $\{a_n\}$ ,  $\{b_n\}$ は上述と同様の理由により焦点検出に誤差を与えることは言うまでもない。

以上のようにしてケラレはイメージセンサアレイの光電変換出力に影響を与え、検出誤差を招いていた。

#### (発明の目的)

本発明は上述の欠点を解決し、ケラレの影響を除去できる焦点検出装置を提供することを目的とする。

#### (発明の概要)

本発明は、焦点検出用イメージセンサ出力を割算型フィルタでフィルタリングすることにより、ケラレの影響を除去することを技術的要点としている。

#### (実施例)

まず第1実施例の原理を以下に説明する。

例えば(2)式で表わされる加算型のデジタルフィルタがあったとする。

$$E_n = (-1) \cdot e_{n-4} + (+2) \cdot e_n + (-1) \cdot e_{n+4} \dots (2)$$

すると、割算型フィルタは前記加算型フィルタの加算記号「+」を乗算記号「×」に、各係

得る。

$$\left. \begin{aligned} f_A(x) &= \frac{\{f(x) \cdot v_a(x)\}^2}{f(x-d) \cdot f(x+d) \cdot v_a(x-d) \cdot v_a(x+d)} \\ f_B(x) &= \frac{\{f(x) \cdot v_b(x)\}^2}{f(x-d) \cdot f(x+d) \cdot v_b(x-d) \cdot v_b(x+d)} \end{aligned} \right\} \dots (5)$$

多くの場合ケラレ関数は長さ $x$ の一次関数に近似することが可能でこの場合 $v_a(x)$ ,  $v_b(x)$ が $x=0$ (光軸上の点)の軸に対して線対称であることを考慮すると(6)式のように表わすことができる。

$$\left. \begin{aligned} v_a(x) &= 1 + h \cdot x \\ v_b(x) &= 1 - h \cdot x \end{aligned} \right\} \dots (6)$$

(6)式において、 $h$ はケラレの程度を表わす係数である。(6)式を(5)式に代入すると(7)式となる。

$$\left. \begin{aligned} f_A(x) &= \frac{\{f(x)\}^2}{f(x-d) \cdot f(x+d)} \cdot \frac{(1+hx)^2}{(1+hx-hd) \cdot (1+hx+hd)} \\ f_B(x) &= \frac{\{f(x)\}^2}{f(x-d) \cdot f(x+d)} \cdot \frac{(1-hx)^2}{(1-hx+hd) \cdot (1-hx-hd)} \end{aligned} \right\} \dots (7)$$

(7)式より、 $f_A(x)$ と $f_B(x)$ の差 $D(x)$ を求めると(8)式となる。

数 $c_4$ (ここでは(2)式の各項に示した係数 $(-1)$ ,  $(+2)$ ,  $(-1)$ )をべき乗の係数に変換したものに等しい。従って所定の空間周波数帯を抽出すべく設計された加算型フィルタの係数をそのまま適用すれば良い。よって(2)式のような低周波カット加算型フィルタは(3)式のような割算型フィルタと対応する。

$$E_n = e_{n-4} \times e_n \times e_{n+4} = \frac{e_n^2}{e_{n-4} \cdot e_{n+4}} \dots (3)$$

(3)式で表わされるような割算型フィルタの特性を考えてみるためにケラレた被写体像がイメージセンサアレイにより空間的にサンプリングされる前の輝度分布 $f_a(x)$ ,  $f_b(x)$ で各々(3)式を書き直すと(4)式ようになる。

$$\left. \begin{aligned} f_A(x) &= \frac{\{f_a(x)\}^2}{f_a(x-d) \cdot f_a(x+d)} \\ f_B(x) &= \frac{\{f_b(x)\}^2}{f_b(x-d) \cdot f_b(x+d)} \end{aligned} \right\} \dots (4)$$

(4)式において $d$ はイメージセンサのサンプリングピッチである。(4)式に(1)式を代入すると(5)式を

$$\begin{aligned} D(x) &= f_A(x) - f_B(x) \\ &= \frac{\{f(x)\}^2}{f(x-d) \cdot f(x+d)} \cdot \left[ \frac{h^2 d^2 \{(1-hx)^2 - (1+hx)^2\}}{(1+hx)^2 - h^2 d^2} \cdot \frac{1}{(1+hx)^2 - h^2 d^2} \right] \\ &= \frac{\{f(x)\}^2}{f(x-d) \cdot f(x+d)} \cdot \left[ \frac{-4h^3 d^2 x}{h^4 d^4 - 2h^2 d^2 (1+h^2 x^2) + (1+h^2 x^2)^2} \right] \\ &\dots (8) \end{aligned}$$

そしてこの $D(x)$ がゼロとなる時、撮影光学系が合焦状態となる。

例えばイメージセンサの長さを $6\text{mm}$ としてイメージセンサの端 $x = \pm 3\text{mm}$ でケラレがケラレ関数 $v_a(x) = 1 + hx = 1.3$ ,  $v_b(x) = 1 - hx = 0.7$ 程度発生した場合、 $d = 0.6\text{mm}$ にとると $hx = 0.3$ ,  $hd = 0.06$ になるから、これらを(8)式に代入すると(9)式を得る。

$$D(x) \div \frac{\{f(x)\}^2}{f(x-d) \cdot f(x+d)} \times 5 \times 10^{-3} \dots (9)$$

(9)式より $f_A(x)$ と $f_B(x)$ の差はケラレが生じていない時の出力 $\{f(x)\}^2 / f(x-d) \cdot f(x+d)$ の0.5%しかないことになる。一方 $x = 3\text{mm}$ におけるケラレ $E$ 被写体像の輝度 $f_a(x)$ と $f_b(x)$ の差は $f(x) \cdot (0.3 +$

0.3)となりケラレのない被写体像 $f(x)$ の60%もあるわけであるから、割算型フィルターの出力を焦点検出に用いることにより正確な焦点検出が可能となることが理解される。

ところで(3)式のような割算型フィルターは(10)式のように一般化できる。

$$E_n = \frac{A_2}{\prod_{A=A_1}^{A_2} A} e_{n+A} g^A \quad \dots (10)$$

(10)式において $E_n$ はデジタル式割算型フィルターの出力、 $e_{n+A}$ はサンプリング出力、 $g^A$ はフィルターの特性を決めるべき乗の係数であって、 $A_1, A_2$ は各々係数 $g^A$ がゼロとにならない $A$ の最小値及び最大値である。そしてべき乗の係数 $g^A$ の値を適当に選ぶことにより所望の特性を持つ割算型フィルターを得ることができる。

一般に被写体像 $f(x)$ にケラレのような一次関数の歪 $v_a(x)$ 、 $v_b(x)$ が乗じられ被写体輝度 $f_a(x)$ 、 $f_b(x)$ が得られている場合、低周波成分 $v_a(x)$ 、 $v_b(x)$ の影響を除去する割算型フィルターとしては、べき乗の係数 $g^A$ が(11)式の条件を満たすも

のが望ましい。

$$\sum_{A=A_1}^{A_2} g^A \neq 0, \quad g^A = g - A \quad \dots (11)$$

第4図に以上述べた割算型フィルターを備えた本発明による焦点検出装置の第1実施例をブロック図で示す。第4図において21はイメージセンサ対 $a, b$ を含む光電変換部であり、第1図に示したようなイメージセンサ対 $a, b$ 上に、ケラレを有する被写体像( $f_a(x)$ 、 $f_b(x)$ に相当)が形成されると、各受光部13 $a$ 、13 $b$ 、14 $a$ 、14 $b$ …はその受光面に入射する光をサンプリングしてこれを電気信号に変換し出力する。そして光電変換部21は $a$ 列に属する各受光部の出力を、その受光部の並び方向に沿って順次、時系列的に出力する。すなわち受光部13 $a$ の出力 $a_1$ を出力すると、次にその隣りにある $a$ 列の受光部の出力 $a_2$ を出力し、次にその隣りにある $a$ 列の受光部の出力 $a_3$ …、出力 $a_n$ …そして最後に端部にある受光部15 $a$ の出力 $a_{max}$ というように順次 $a$ 列の受

光部出力を出力する。本実施例ではこのような時系列出力を $\{a_n\}$ と称している。そして、これが終ると、光電変換部21は $b$ 列に属する各受光部の出力を上述と同様に時系列的に出力する。すなわち受光部13 $b$ の出力 $b_1$ 、その隣りある $b$ 列の受光部出力 $b_2$ 、…、出力 $b_n$ …そして最後に端部にある受光部15 $b$ の出力 $b_{max}$ というように順次 $b$ 列の受光部出力を出力する。本実施例ではこの時系列出力を $\{b_n\}$ と称している。こうして各受光部にて光電変換された被写体像信号即ち $\{a_n\}$ 、 $\{b_n\}$ が $(A_2-A_1+1)$ 個のシフトレジスタ22-1~22- $(A_2-A_1+1)$ から成るスタック22に順次出力されその出力がシフトレジスタで順次シフトされていく。今、シフトレジスタ22-1~22- $(A_2-A_1+1)$ に受光部出力 $a_{n+A_2} \sim a_{n+A_1}$ が格納されているとする。 $(A_2-A_1+1)$ 個のべき乗器23-1~23- $(A_2-A_1+1)$ から成るべき乗器アレイ23は各々シフトレジスタ22-1~22- $(A_2-A_1+1)$ に対応しており各シフトレジスタに格納さ

れている受光部出力 $a_{n+A_2} \sim a_{n+A_1}$ に対して各々べき乗係数 $g^{A_2} \sim g^{A_1}$ でべき乗演算を行ない、その出力 $a_{n+A_2} g^{A_2} \sim a_{n+A_1} g^{A_1}$ を乗算器24に送出する。乗算器24はべき乗器23からの出力 $a_{n+A_2} g^{A_2} \sim a_{n+A_1} g^{A_1}$ を受け(10)式に従い $\frac{A_2}{\prod_{A=A_1}^{A_2} A} a_{n+A}$ を演算し、割算型フィルタの出力 $A_n$ として焦点検出演算手段25に送る。割算型フィルターは22、23、24により構成されている。次にレジスタ22-1に新たな受光部出力 $a_{n+A_2+1}$ が送られてくるとこの信号がレジスタ22-1に格納され、他の信号は $a_{n+A_2}$ が次のレジスタ22-2に、 $a_{n+A_2-1}$ が次のレジスタに、 $a_{n+A_1+2}$ がレジスタ22- $(A_2-A_1)$ に、 $a_{n+A_1+1}$ がレジスタ22- $(A_2-A_1+1)$ にというように1段ずつシフトされる。そしてべき乗器23は各レジスタに格納されている受光部出力 $a_{n+A_2+1} \sim a_{n+A_1+1}$ に対して上述と同様に、各々の固定されたべき乗係数 $g^{A_2} \sim g^{A_1}$ でべき乗演算を行ない、 $a_{n+A_2+1} g^{A_2} \sim a_{n+A_1+1} g^{A_1}$ を出力する。そして乗算器24は上述と同様(10)式に

従い各出力を乗算し、 $A_{n+1}$ の出力を得る。この出力は割算型フィルタの出力として焦点検出演算手段25に送られる。以上のように受光部出力がスタック22にて1段シフトされるたびに乗算器24から $A_n, A_{n-1}, A_{n-2} \dots$ というように出力が発せられる。ここで乗算器24から順次出力される信号 $A_n, A_{n-1}, A_{n-2} \dots$ を $\{A_n\}$ と表わす。 $\{a_n\}$ に関する演算が終了すると、次に $\{d_n\}$ の各受光部出力がスタック22に順次送られ、 $\{a_n\}$ の場合と全く同じ演算方法で乗算器24の出力 $B_n, B_{n-1}, B_{n-2} \dots$ が得られる。ここで乗算器24から順次出力される信号 $B_n, B_{n+1}, B_{n+2} \dots$ を $\{B_n\}$ と表わす。このようにしてスタック22を受光部出力 $\{a_n\}, \{d_n\}$ が1段ずつシフトされながら通っていくと、乗算器24からは割算型フィルタの出力列 $\{A_n\}, \{B_n\}$ が順次焦点検出演算手段25に向け送出されることになる。焦点検出演算手段25は割算型フィルタの出力 $\{A_n\}, \{B_n\}$ を用いて焦点検出演算(例えば(8)式の $D(x)$ を求めるような演算)

符号-は分母にして整理すると)(12)式を得る。

$$E_n = \frac{E_{nc}}{E_{nm}} = \frac{\prod_{p=p_1}^{p_2} g_{1p} e_{n+p}}{\prod_{g=g_1}^{g_2} g_{2g} e_{n+g}} \dots (12)$$

(12)式においてべき乗の係数 $g_{1p}$ 及び $g_{2g}$ は正、 $p_1, p_2$ および $g_1, g_2$ は各々べき乗の係数 $g_{1p}$ 及び $g_{2g}$ が0とならない $p$ 及び $g$ の最小値及び最大値である。(12)式に示すように割算型フィルタの出力 $E_n$ は分子 $E_{nc}$ と分母 $E_{nm}$ に分割して考えることができる。(12)式において分子 $E_{nc}$ 、分母 $E_{nm}$ は第1実施例のように各々1組のべき乗係数 $\{g_A\}$ (12)式でいえば $g_{1p}, g_{2g}$ のこと)を有する1つの割算型フィルタから得ることもできるが、異なる複数組のべき乗係数(後述する $g_{1p(r)}, g_{2g(r)}$ )をもつ複数の割算型フィルタから得られる分子(後述する $E_{ncr}$ )同士を重みづけして加算し新しい分子( $E_{nc}$ )とし、同様に分母(後述する

を行ない、被写体までの距離あるいは撮影光学系のピントずれ量を検出し、図示しない表示手段又はレンズ駆動手段に対して制御信号を出力する。

ここで本実施例のべき乗係数 $g_{A2} \sim g_{A1}$ について具体例を述べておく。べき乗係数は $\{a_n\}$ について演算をする時も $\{d_n\}$ について演算をする時も常に変化することはない。そして例えば(11)式から明らかなように $A_1 = -A_2$ となるよう、べき乗器23-1の係数 $g_{A2} = -1$ 、23-2の係数 $g_{A2-1} = 0, \dots$ (この間係数は0) $\dots$ 、23-( $A_2 - A_1 + 1$ )の係数 $g_A = 2, \dots$ (この間係数は0) $\dots$ 、23-( $A_2 - A_1$ )の係数 $g_{A1+1} = 0$ 、23-( $A_2 - A_1 + 1$ )の係数 $g_{A1} = -1$ に定められる。ここではこのような各係数を1組として $\{g_A\}$ で表わす。

以上が第1実施例である。

次に割算型フィルタの一般式(10)式を更に一般化する場合について述べる。(10)式においてべき乗の係数 $g_A$ に含まれる符号により分子 $E_{nc}$ と分母 $E_{nm}$ に整理すると符号+は分子に、

$E_{nmr}$ 同士を重みづけして加算し新しい分母( $E_{nm}$ )としてその割算を取ることににより割算型フィルタの出力 $E_n$ を得るようにすることもできる。これによりより一般化された割算型フィルタを構成することが可能である。今、 $S$ 個の割算型フィルタに番号(1, 2 $\dots$ S)を割り当てると各割算型フィルタの出力は(12)式と同様に次式のように表わされる。

$$E_{nr} = \frac{E_{ncr}}{E_{nmr}} = \frac{\prod_{p=p_1(r)}^{p_2(r)} g_{1p(r)} e_{n+p}}{\prod_{g=g_1(r)}^{g_2(r)} g_{2g(r)} e_{n+g}} \quad r=1, 2 \dots S \quad (13)$$

(13)式において各割算型フィルタのべき乗の係数 $g_{1p(r)}$ および $g_{2g(r)}$ ( $r=1, 2 \dots, S$ )は正、 $p_1(r), p_2(r)$ および $g_1(r), g_2(r)$ は各々べき乗係数 $g_{1p(r)}$ および $g_{2g(r)}$ が0とならない $p$ および $g$ の最小値及び最大値である。

(13)式で表わされる複数の割算型フィルタにより上記より一般化された割算型フィルタを

構成した場合にはその出力  $E_n$  は次式で表わされる。

$$E_n = \frac{E_{nc}}{E_{nm}} = \frac{\sum_{r=1}^S t_r \cdot E_{ncv}}{\sum_{r=1}^S u_r \cdot E_{nmr}} \quad \dots (14)$$

(14) 式において  $\{t_r\}$   $\{u_r\}$  は各々の分子、分母に乘ぜられる重みづけ係数である。

尚、第1実施例は(14)式において  $S=1$ ,  $T_r=U_r=1$  とおいた場合に相当する。

しかしながら(12)式あるいは(14)式のような演算を行なう際に分母  $E_{nm} \neq 0$  である場合にはフィルタ出力  $E_n$  が  $\infty$  に発散してしまったり発散しなくとも分母  $E_{nm}$  に含まれるノイズの影響を拡大してしまう危険性がある。このような危険性は分母  $E_{nm}$  が0になった場合にも、0とならない付加項を分母  $E_{nm}$  に加えることによって回避できる。

(15) 式は分母  $E_{nm}$  にそのような付加項  $\alpha \times E_{nc} + \beta$  を加えた場合である。

$$E_n' = E_{nm} + \alpha \times E_{nc} + \beta \quad \dots (15)$$

(15) 式において  $\alpha$ ,  $\beta$  は定数である。(15)

式のように分母をとった時この割算型フィルタの出力  $E_n'$  は(16)式のように表わされ  $E_{nm} = 0$  においても  $E_n'$  は  $\infty$  に発散しない。

$$E_n' = \frac{E_{nc}}{E_n' m} = \frac{E_{nc}}{E_{nm} + \alpha \times E_{nc} + \beta} \quad (16)$$

第5図(a)は本発明による焦点検出装置の第2実施例のブロック図であって、(16)式を適用したものである。光電変換部21の出力  $\{a_n\}$ ,  $\{b_n\}$  は順次、分子演算器26及び分母演算器27に送出される。以後受光部出力  $\{a_n\}$  を例について説明する。分子演算器26及び分母演算器27はそれぞれ第4図で説明したスタック22、べき乗器アレイ23、乗算器24から構成されている。しかしながら第4図で説明したべき乗器23のうち、正の符号を含む係数(第1実施例では+2に設定された  $g_{A2}$ )を設定するべき乗器(第1実施例では  $23 - (A_2 - A_1 + 1)$  のべき乗器)のみが分子演算器26に設けられている。したがってこ

のべき乗器  $23 - (A_2 - A_1 + 1)$  のみがレジスタ  $22 - (A_2 - A_1 + 1)$  に格納される受光部出力(例えば  $a_{n+A_2}$ )にべき乗演算を行ない乗算器24にその結果を出力する。そして乗算器24の出力が、(16)式に示した分子  $E_{nc}$  に相当する出力  $A_{nc}$  となって分子演算器26から出力される。一方、第4図で説明したべき乗器23のうち、負の符号を含む係数(第1実施例では-1に設定された  $g_{A2}$ ,  $g_{A1}$ )を設定するところのべき乗器(第1実施例では  $23 - 1$ ,  $23 - (A_2 - A_1 + 1)$ )のみが分母演算器27に設けられている。ただし分母演算器27のべき乗器は上記負の符号を含む係数の符号を正の符号に変換した係数(第1実施例の-1を+1に変換した係数)を有している。したがってこのべき乗器  $23 - 1$  と  $23 - (A_2 - A_1 + 1)$  のみがそれぞれレジスタ  $22 - 1$ ,  $22 - (A_2 - A_1 + 1)$  に格納される受光部出力(例えば  $a_{n+A_2}$ ,  $a_{n+A_1}$ )にべき乗係数(上述の如く  $g_{A2}$ ,  $g_{A1}$  の符号を正の符号に変換したもの)を乗じ、すなわちべき乗演算を行ない乗算器

24にその結果を出力する。そして乗算器24の出力が(16)式に示した分母の  $E_{nm}$  に相当する出力  $A_{nm}$  となって分母演算器27から出力される。このようにして分子演算器26及び分母演算器27から出力が得られる。分子演算器26の出力  $A_{nc}$  は割算器31及び乗算器28に送出される。割算器31に送出されるのは(16)式の分子を作るためである。乗算器28は入力  $A_{nc}$  に定数  $\alpha$  を乗じて((16)式の分母のうち  $\alpha \times E_{nc}$  に相当する  $\alpha \times A_{nc}$  を作るため)加算器30に出力する。加算器30は乗算器28の出力  $\alpha \times A_{nc}$  及び分母演算器27の出力  $A_{nm}$  及び定数発生器29の出力  $\beta$  を加算し、出力  $A'_{nm}$  ( $= A_{nm} + \alpha A_{nc} + \beta$ ) を割算器31に出力する。割算器31は、分子演算器26の出力  $A_{nc}$  及び加算器30の出力  $A_n' m$  を受け、(16)式の  $E_n'$  に相当する割算出力  $A_n'$  ( $= \frac{A_{nc}}{A_n' m}$ ) を焦点検出演算手段25に送る。

次に光電変換部21から1つの新たな受光部出力が送られてくると、分子演算器26と分母演算



器27にそれぞれ設けられたレジスタ22-1~22-( $k+4+1$ )にて、第1実施例と同様に信号が1段ずつシフトされる。そして分子演算器26には $A(n-1)c$ が、分母演算器27には $A(n-1)m$ がそれぞれ出力され、加算器30は $A'(n-1)m (= A(n-1)m + \alpha \times A(n-1)c + \beta)$ を出力し、割算器31は $A'n-1 (= \frac{A(n-1)c}{A'(n-1)m})$ を出力する。以上のようにして受光部出力が分子演算器26、分母演算器27の各スタック22にて1段シフトされるたびに割算器31から $A'n$ ,  $A'n-1$ ,  $A'n-2$ , ... (これを $\{A'n\}$ と表わす)が順次出力される。また $\{a_n\}$ の受光部出力の後に $\{b_n\}$ の受光部出力が各スタック22に順次送られ、 $\{a_n\}$ の場合と全く同じ演算が行なわれ、割算器31から $B'n (= \frac{Bnc}{B'n'm})$ ,  $B'n-1 (= \frac{B(n-1)c}{B'(n-1)m})$ ,  $B'n-2 (= \frac{B(n-2)c}{B'(n-2)m})$ , ... (これを $\{B'n\}$ と表わす)が出力される。焦点検出演算手段25は割算器31の出力 $\{A'n\}$ ,  $\{B'n\}$ を受け、第1実施例で説明したのと同様に焦点検出演算を行なう。

乗算器28に送出される。乗算器28は入力 $Anc$ に定数 $\alpha$ を乗じて加算器30に出力する。加算器30は乗算器28の出力 $\alpha \times Anc$ 及び定数発生器29の出力を加算し、割算器32に演算結果 $\alpha \times Anc + \beta$ を出力する。一方分母演算器27の出力 $Anm$ は割算器32及び加算器33に出力される。割算器32は加算器30の出力 $\alpha \times Anc + \beta$ と分母演算器27の出力 $Anm$ を受けて出力 $(\alpha \times Anc + \beta) / Anm$ を加算器33に出力する。加算器33は割算器32の出力 $(\alpha \times Anc + \beta) / Anm$ 及び分母演算器27の出力 $Anm$ を受けて(17)式の $E'n m$ に相当する出力 $A'n m (= Anm + (\alpha \times Anc + \beta) / Anm)$ を割算器31に出力する。割算器31は分子演算器26の出力 $Anc$ 及び加算器33の出力 $A'n m$ を受けて(17)式の $E'n$ に相当する出力 $A'n (= Anc / A'n m)$ を焦点検出装置25に出力する。

次に光電変換部21から1つの新たな受光部出力が送られてくると第1及び第2実施例と同様にスタック22にて信号が1段ずつシフトし、分子

以上が第2実施例である。

(16)式において分母部の付加項 $\alpha \times Enc + \beta$ が、 $Enm$ が0に近い場合にだけ有効になるように付加項 $\alpha \times Enc + \beta$ を $Enm$ で割ったものが(17)式である。

$$E'n = \frac{Enc}{E'n m} = \frac{Enc}{Enm + \frac{\alpha \times Enc + \beta}{Enm}} \quad \dots (17)$$

(17)式において $Enm \rightarrow 0$ にすると付加項 $\alpha \times Enc + \beta / Enm \rightarrow \infty$ となり従って $E'n = Enc / E'n m \rightarrow 0$ に収束する。

第5図(4)は(17)式を適用した第3実施例であり、第5図(a)に示した第2実施例とは、分母演算器27の出力に加える付加項部分が異なる。尚、第5図(a)と同一付号のものは同じ動作をする。

以下付加項部分の構成と動作を説明する。第2実施例と同様に分子演算器26及び分母演算器27の各スタック22のレジスタ22-( $k+4+1$ )に受光部出力 $a_n + k$ が格納されたとする。すると、分子演算器26の出力 $Anc$ は割算器31および

演算器26には $A(n-1)c$ が、分母演算器27には $A(n-1)m$ がそれぞれ出力され、加算器30は $\alpha \times A(n-1)c + \beta$ 、割算器32は $\frac{\alpha \times A(n-1)c + \beta}{A(n-1)m}$ をそれぞれ出力する。そして加算器33は $A'n-1 (= A(n-1)m + \frac{\alpha \times A(n-1)c + \beta}{A(n-1)m})$ を出力し、割算器31は $A'n-1 (= \frac{A(n-1)c}{A'n-1 m})$ を出力する。こうしてスタック22にて信号が1段シフトされるたびに、割算器31から $A'n$ ,  $A'n-1$ ,  $A'n-2$ , ... (これを $\{A'n\}$ と表わす)が順次出力され、またその後、続いて $B'n (= \frac{Bnc}{B'n m})$ ,  $B'n-1 (= \frac{B(n-1)c}{B'n-1 m})$ ,  $B'n-2 (= \frac{B(n-2)c}{B'n-2 m})$ , ... (これを $\{B'n\}$ と表わす)が順次出力される。焦点検出手段25は割算器31の出力 $\{A'n\}$ ,  $\{B'n\}$ を受け第1実施例と同様に焦点検出演算を行なう。

以上が第3実施例である。

(16)式、(17)式において定数 $\alpha$ ,  $\beta$ は割算型フィルターの出力範囲を考慮して決められる。

例えば(16)式において $Enm = 0$ とすると

割算型フィルターの出力 $E'n$ は、分子 $E_{nc}$ の最大値を1に規格化すると、 $0 < E'n < \frac{1}{\alpha + \beta}$ の範囲となるから、 $\frac{1}{\alpha + \beta}$ が実際に回路やプログラムで割算型フィルターを構成した時の出力の最大値を越えないように $\alpha, \beta$ を選ぶことになる。

(16)式、(17)式において分子部分 $E_{nc}$ に同様な付加項 $r \times E_{nc} + \delta$ あるいは $(r \times E_{nc} + \delta) / E_{nm}$ を加えてもかなわない。すなわち(18)～(21)式のようにしてもよい。

$$E'''n = \frac{E'nc}{E'nm} = \frac{E_{nc} + r \times E_{nc} + \delta}{E_{nm} + \alpha \times E_{nc} + \beta} \dots (18)$$

$$E''''n = \frac{E'nc}{E'nm} = \frac{E_{nc} + r \times E_{nc} + \delta}{E_{nm} + \frac{\alpha \times E_{nc} + \beta}{E_{nm}}} \dots (19)$$

$$E''''n = \frac{E'nc}{E'nm} = \frac{E_{nc} + \frac{r \times E_{nc} + \delta}{E_{nm}}}{E_{nm} + \alpha \times E_{nc} + \beta} \dots (20)$$

$$E''''n = \frac{E'nc}{E'nm} = \frac{E_{nc} + \frac{r \times E_{nc} + \delta}{E_{nm}}}{E_{nm} + \frac{\alpha \times E_{nc} + \beta}{E_{nm}}} \dots (21)$$

ここで $r, \delta$ は定数である。具体的に例は示さ

$$E_{nm} = \sum_{r=1}^S \left\{ t_r \times \prod_{g=g_1(r)}^{g_2(r)} e_{n+g} \right\} \dots (24)$$

ここで $e_n$ はイメージセンサの出力 $\{e_n\}$ または $\{d_n\}$ 、 $S, t_r, u_r$ は任意の定数、 $g_1(r)$ 及び $g_2(r)$ はべき乗係数、 $p_1(r)$ 及び $p_2(r)$ 、 $g_1(r)$ 及び $g_2(r)$ は各々べき乗係数 $g_1(r)$ 及び $g_2(r)$ が0とならない最小値及び最大値である。

そして第1～第7実施例は(22)～(24)式の $\alpha, \beta, r, \delta, X_{nm}, X'_{nm}, t_r, u_r, S$ を次に示す表1の如く設定したものである。

ないが、(18)式により構成されるものを第4実施例、(19)式により構成されるものを第5実施例、(20)式により構成されるものを第6実施例、(21)式により構成されるものを第7実施例と称す。

そして(16)～(21)式の $E'n \sim E''''n$ をそれぞれ $E_n$ とおけば一般式として(22)式を得る。

$$E_n = \frac{E_{nc} + \frac{r \times E_{nc} + \delta}{X_{nm}}}{E_{nm} + \frac{\alpha \times E_{nc} + \beta}{X'_{nm}}} \dots (22)$$

ここで $\alpha, \beta, r, \delta$ は任意の定数、 $X_{nm}$ 及び $X'_{nm}$ はそれぞれ $E_{nm}$ あるいは任意の定数である。

また(22)式の $E_{nc}, E_{nm}$ は(13)式及び(14)式より(23)式及び(24)式のようになる。

$$E_{nc} = \sum_{r=1}^S \left\{ t_r \times \prod_{p=p_1(r)}^{p_2(r)} e_{n+p} \right\} \dots (23)$$

表 1

	$\alpha$	$\beta$	$r$	$\delta$	$X_{nm}$	$X'_{nm}$	$t_r$	$u_r$	$S$
第1実施例	0	0	0	0	—	—	1	1	1
第2実施例	任意	任意	0	0	—	1	1	1	1
第3実施例	任意	任意	0	0	—	$E_{nm}$	1	1	1
第4実施例	任意	任意	任意	任意	1	1	任意	任意	任意
第5実施例	任意	任意	任意	任意	1	$E_{nm}$	任意	任意	任意
第6実施例	任意	任意	任意	任意	$E_{nm}$	1	任意	任意	任意
第7実施例	任意	任意	任意	任意	$E_{nm}$	$E_{nm}$	任意	任意	任意

(表1において、任意とは任意の定数を意味し、「—」はいかなる値でもよいことを意味する。)

本発明におけるフィルタリング手段は、受光部出力列 $\{a_n\}$ 、 $\{b_n\}$ に対して、該出力列に対応した順序をもつべき乗係数の組でべき乗演算を行なった後、各受光部出力のべき乗演算結果を全て乗算するものである。

そして本発明において、上記べき乗係数の組の中でその値が0でないべき乗係数は3個以上必要である。これを上記(23)(24)式を用いて例示すれば、 $r$ をある値に固定した時に0とならないべき乗係数 $g_1(r)$ の個数の和と、0とならないべき乗係数 $g_2(r)$ の個数の和との合計個数が少なくとも3個以上存在することを要する。すなわち第1実施例で言えば $g_1(r)$ の個数が1、 $g_2(r)$ の個数が2で合計3個となっている。

また本発明において、上記べき乗係数の値の和はほぼ0であることが必要である。これを上記(23)(24)式を用いて例示すれば、 $r$ をある値に固定した時、(22)式の分子の項を構成するべき乗係数 $g_1(r)$ の値の和と、(22)式

は、べき乗係数 $g_1(r)$ が「0, 0, ..., 2, ..., 0, 0」、べき乗係数 $g_2(r)$ が「1, 0, ..., 0, ..., 0, 1」であり、係数の符号を考慮して両者を上述の如く重ね合わせ、一組のべき乗係数列と考えれば「-1, 0, ..., 2, ..., 0, -1」となり「2」を中心にして係数値が対称となっている。

本発明では、上述の如く0でないべき乗係数が3個以上なければならない、べき乗係数の値の和がほぼ0でなければならない、べき乗係数の値が対称的に構成されていなければならない等の条件が必要であるが、必ずしも(22)～(24)式を満足しないものであってもよい。

上述の第4図及び第5図の説明において乗算器、加算器の定数 $\alpha$ 、 $\beta$ の設定値をイメージセンサー出力 $\{a_n\}$ 、 $\{b_n\}$ の特性に応じて切り換えれば割算型フィルタ出力 $\{A_n\}$ 、 $\{B_n\}$ が焦点検出演算に適切な範囲の値のデータとなる。

又第4図及び第5図の実施例において割算型フィルタを構成する分子演算器、分母演算器、加算器、乗算器、割算器は回路で構成してもよいし、

はほぼ一致することを要する。すなわち第1実施例では $g_1(r)$ の値の和は2、 $g_2(r)$ の値の和は1+1=2となって一致する。そしてべき乗係数の+、-の符号を考慮すると $g_2(r)$ の値の和は(-1)+(-1)=(-2)となり、これと $g_1(r)$ の値の和との合計は0となっている。

さらに本発明において、受光部出力列 $\{a_n\}$ 、 $\{b_n\}$ に対応した順序で上記べき乗係数を整理して並べた場合、各々のべき乗係数の値はその並び方向のある位置に対して対称に構成される必要がある。これを上記(23)(24)式を用いて例示すれば、 $r$ をある値に固定した時に、べき乗係数 $g_1(r)$ の組と $g_2(r)$ の組とを、受光部出力に対応した順序で互いに重ね合わせるにより一組のべき乗係数列として考えれば、その一組のべき乗係数列の各値はある位置を中心にして対称となっていることを要する。すなわち第1実施例で言えば、 $g_1(r)$ 、 $g_2(r)$ に相当する係数が「-1, 0, ..., 2, ..., 0, -1」となって「2」を中心に係数が対称となっている。また第2実施例で言え

マイクロコンピュータ内のプログラムで構成しても良い。

特に後者の場合には、第4図及び第5図の乗算器加算器の定数 $\alpha$ 、 $\beta$ の設定値を、イメージセンサ出力 $\{a_n\}$ 、 $\{b_n\}$ の平均値、最大値、最小値等の特性によって切り換えることが容易となる。

(発明の効果)

以上のように本発明によれば従来焦点検出に誤差を生じたり焦点検出不能であった、ケラレた被写体像に対しても割算型フィルタにより正確な焦点検出が可能となるので、従来ケラレが生ずるために使用不可であった交換レンズが使用可能となる利点があるとともに、交換レンズのF値によって焦点検出光学系を切り換える必要もなくなり、焦点検出装置の構成が簡単で、安価になるといった効果がある。更に本発明における割算型フィルタはカメラ等の焦点検出装置以外にも、一般的に乗算型のノイズを含む信号から乗算型のノイズの影響を除去する手段としても応用可能である。

4. 図面の簡単な説明

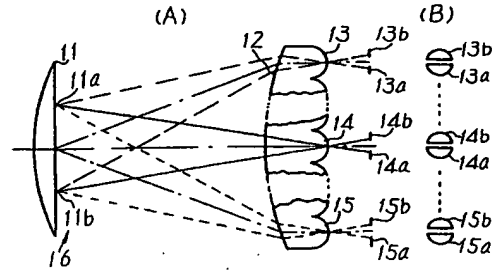
第1図は焦点検出光学系の一例を示す概略図、  
第2図はケラレの発生の説明図、第3図はケラレ  
の被写体像に与える影響の説明図、第4図は、本  
発明による焦点検出装置の第1実施例を示すプロ  
ック図、第5図は本発明による焦点検出装置の第  
2実施例を示すブロック図、第6図は本発明に  
よる焦点検出装置の第3実施例を示すブロック図  
である。

(主要部分の符号の説明)

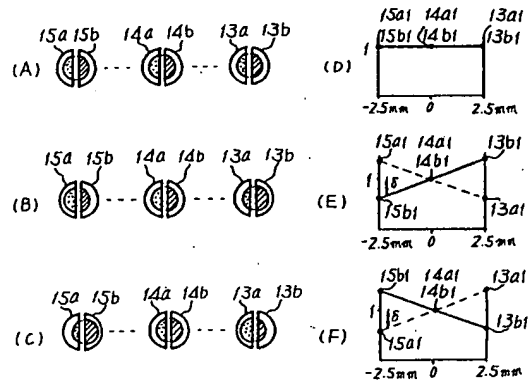
- |             |           |
|-------------|-----------|
| 21…光電変換部    | 22…スタック   |
| 23…べき乗器     | 24、28…乗算器 |
| 25…焦点検出演算手段 | 26…分子演算器  |
| 27…分母演算器    | 29…定数発生器  |
| 30、33…加算器   | 31、32…割算器 |

出願人 日本光学工業株式会社  
代理人 渡辺隆男

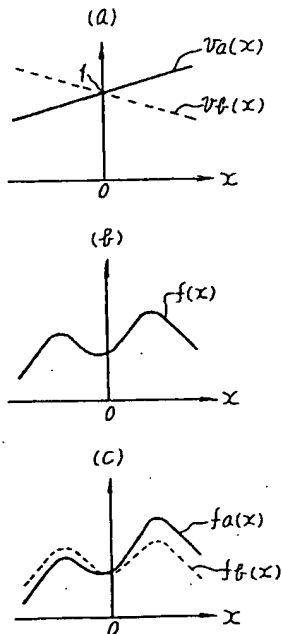
第1図



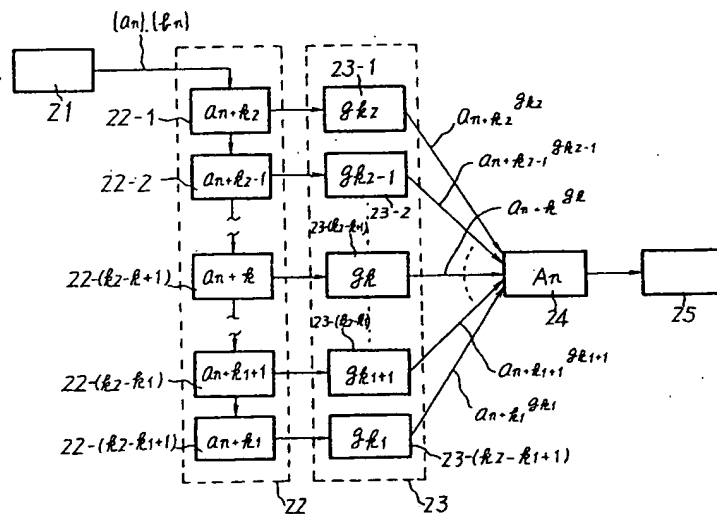
第2図



第3図



第4図



## 第 5 図

